

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель ученого совета
факультета энергетики и систем управления

_____ А.В. Бурковский
(подпись)

«_____» _____ 2015 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ДИСЦИПЛИНЫ**

Управление роботами и робототехническими системами

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

Для направления подготовки (специальности)

15.03.06 "Мехатроника и робототехника"

(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация) Промышленная и специальная робототехника
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

Кафедра электропривода, автоматике и управления в технических системах
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: Медведев В.А., кандидат технических наук
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании
методической комиссии факультета энергетики и систем управления
(наименование факультета)

Протокол № ____ от «_____» _____ 2015 г.

Председатель методической комиссии _____ Т.А. Бурковская

Воронеж 2015 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель ученого совета
факультета энергетики и систем управления

_____ А.В. Бурковский
(подпись)

«_____» _____ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Управление роботами и робототехническими системами

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: электропривода, автоматики и управления в технических системах

Направление подготовки (специальности):

15.03.06 "Мехатроника и робототехника"

(код, наименование)

Профиль: Промышленная и специальная робототехника

(название профиля по УП)

Часов по УП: 252; Часов по РПД: 252;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 216; Часов по РПД: 216;

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 30

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 30

Часов на самостоятельную работу по УП: 108 (50 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 108 (50 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 7;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены – 7 семестр; Зачеты – 6 семестр; Курсовые проекты – 7 семестр; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции											36	36	36	36			72	72
Лабораторные											18	18	18	18			36	36
Практические											–	–	–	–			–	–
Ауд. занятия											54	54	54	54			108	108
Сам. работа											54	54	54	54			108	108
Итого											108	108	108	108			216	216

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 “Мехатроника и робототехника”. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 206.

Программу составил: _____ к.т.н., Медведев В.А.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____ Трубецкой В.А.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.03.06 "Мехатроника и робототехника", профиль Промышленная и специальная робототехника.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электропривода, автоматики и управления в технических системах, протокол № _____ от _____ 2015 г.

Зав. кафедрой ЭАУТС _____ В.Л. Бурковский

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью изучения дисциплины является подготовка студентов направления 15.03.06 “Мехатроника и робототехника”, профиль “Промышленная и специальная робототехника”, к инженерной деятельности по разработке алгоритмов управления роботами и РТС, их аппаратной и программной реализации на микропроцессорной элементной базе. Изучение дисциплины должно содействовать формированию у студентов владения физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем; способности составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей; способности проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	изучение алгоритмов решения прямых и обратных задач кинематики и кинематического управления роботами, реализуя кинематические модели средствами вычислительной техники с применением современных технических средств;
1.2.2	освоение методов управления манипуляторами, основанных на полной динамической модели манипуляционной системы, применяя физико-математический аппарат, необходимый для описания мехатронных и робототехнических систем;
1.2.3	изучение алгоритмов планирования движений роботов в пространстве обобщенных координат и в рабочем пространстве, применяя методы математического анализа и моделирования;
1.2.4	ознакомление студентов с алгоритмами адаптивного управления роботами; принципами построения самонастраивающихся систем управления роботами и РТС, разработки функциональных схем адаптивных систем;
1.2.5	приобретение навыков проведения экспериментов на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б1		код дисциплины в УП: Б1.В.ОД.14
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося		
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь подготовку по математике, информатике, физике, теоретической механике, вычислительной технике, электротехнике, электронным устройствам мехатронных и робототехнических систем, информационным устройствам и системам в робототехнике.		
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее		
Б1.Б.16	Программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем	
Б1.В.ОД.13	Проектирование роботов и робототехнических систем	
Б1.В.ОД.16	Моделирование роботов и робототехнических систем	
Б1.В.ДВ.11.1	Исполнительные системы роботов	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	
1	2
ОПК-2	Владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем.
ПК-1	Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.
ПК-3	Способность разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий.
ПК-5	Способность проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	математический аппарат описания манипуляторов в алгебраической и матричной формах записи с учетом взаимного влияния степеней подвижности;
3.1.2	методы управления, основанные на решении обратных задач кинематики и динамики в виде дифференциальных уравнений;
3.1.3	принципы построения структур адаптивного управления, разработки их функциональных схем;
3.1.4	алгоритмы динамического управления манипуляторами, составляя математическую модель манипуляционной подсистемы;
3.1.5	алгоритмы кинематического управления манипуляторами, определяя характеристики объектов по разработанным моделям.
3.2	Уметь:
3.2.1	синтезировать алгоритмы позиционного, контурного и силового управления роботами, применяя физико-математический аппарат, необходимый для описания робототехнических систем;
3.2.2	разрабатывать структуры программного и адаптивного управления, а также экспериментальные макеты управляющих и исполнительных модулей робототехнических систем;
3.2.3	планировать траектории движения манипуляционных систем, составляя их математические модели;
3.3	Владеть:
3.3.1	физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем.
3.3.2	навыками проведения экспериментов на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обработки результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Общие сведения о системах управления роботами и РТС	6	1	2	–	–	1,5	3,5
2	Прямые и обратные задачи о положении и скорости, управление по вектору скорости	6	2-4	6	–	4	10,5	20,5
3	Планирование движений робота в пространстве обобщенных координат	6	5-8	8	–	8	11,0	27,0
4	Математические модели манипуляторов промышленных роботов	6	9-13	10	–	–	13,5	23,5
5	Динамическое управление манипуляторами	6	14-18	10	–	6	17,5	33,5
6	Планирование движений промышленного робота в рабочем пространстве	7	1-3	6	–	8	6,0	20,0
7	Алгоритмы адаптивного управления манипуляторами	7	4-7	8	–	4	15	27,0
8	Микропроцессорная реализация алгоритмов управления роботами	7	8-12	10	–	–	12,0	22,0
9	Способы динамического управления в задачах сборки и механообработки	7	13-15	6	–	–	6,0	12,0
10	Логическое управление сложной робототехнической системой	7	16-18	6	–	6	15,0	27,0
Итого				72	–	36	108	216

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
1	2	3	4
6 семестр		36	8
1. Общие сведения о системах управления роботами и РТС		2	–
1	Введение Значение, цели и задачи курса. Классификация систем управления роботов и РТС по способу позиционирования, элементной базе, принципам формирования закона управления. Состав системы управления робота. Уровни управления робототехнической системы и задачи, решаемые ими.	2	–

1	2	3	4
2. Прямые и обратные задачи о положении и скорости, управление по вектору скорости		6	2
2	Кинематические модели манипуляторов роботов Кинематические уравнения общего вида. Матрица Якоби. Решение прямой и обратной задач кинематики о положении и скорости для манипулятора, работающего в цилиндрической системе координат.	2	—
3	Решение задач кинематики для трехкоординатных манипуляторов Решение прямой и обратной задач кинематики для манипулятора со сферической системой координат. Решение прямой задачи кинематики для манипулятора, работающего в угловой системе координат. <i>Самостоятельное изучение.</i> Алгоритм решения обратной задачи кинематики для манипулятора с угловой системой координат.	2	2
4	Управление по вектору положения и вектору скорости Кинематический алгоритм нулевого порядка. Структурная схема системы, управляемой по вектору положения. Кинематический алгоритм первого порядка. Структурная схема системы, управляемой по вектору скорости.	2	—
3. Планирование движений промышленного робота в пространстве обобщенных координат		8	—
5	Сплайн-интерполяция задающих сигналов Определение сплайн - функции. Вид задающих сигналов нулевого и первого порядков. Сплайн-функции второго и третьего порядка. Условия непрерывности и приближения при интерполяции траектории с помощью кубических сплайнов.	2	—
6	Определение параметров кубического сплайна Выражения для определения скоростей изменения обобщенной координаты на соседних временных интервалах. Условие непрерывности скоростей. Граничные условия. Система линейных алгебраических уравнений для определения параметров кубического сплайна. <i>Самостоятельное изучение.</i> Алгоритм расчета параметров кубического сплайна методом прогонки.	2	—
7	Полиномиальная интерполяция задающих сигналов при движении из начальной в конечную точку Формулировка условий при перемещении объекта манипулирования с одной поверхности на другую. Закон изменения обобщенной координаты манипулятора с участками ухода, подхода и промежуточным участком. Система ограничений на траекторию движения обобщенной координаты.	2	—

1	2	3	4
8	Расчет 4-3-4 и 3-5-3 траектории Описание перемещений, скоростей и ускорений обобщенных координат манипулятора на начальном, среднем и конечном участках траектории с помощью полиномов различного порядка в нормированном времени. Уравнения для определения параметров полиномов 4-3-4-траектории. Коллоквиум	2	—
4. Математические модели манипуляторов промышленных роботов		10	6
9	Общие уравнения динамики механической части робота Допущения при анализе динамики манипулятора. Уравнения Лагранжа второго рода. Уравнения динамики исполнительного механизма с n степенями подвижности.	2	—
10	Уравнения движения манипулятора с декартовой системой координат Расчетная схема трехкоординатного манипулятора, работающего в декартовой системе координат. Уравнения динамики трехкоординатного манипулятора с декартовой системой координат. Векторная форма записи уравнений динамики.	2	2
11	Уравнения движения манипулятора с учетом динамики исполнительных двигателей Схема силовой части исполнительного привода. Математическое описание двигателя. Уравнения движения манипулятора с декартовой системой координат и учетом динамики исполнительного двигателя.	2	—
12	Уравнения движения манипулятора с цилиндрической системой координат Расчетная схема трехкоординатного манипулятора, работающего в цилиндрической системе координат. Уравнения динамики трехкоординатного манипулятора с цилиндрической системой координат. Векторная форма записи уравнений динамики.	2	2
13	Уравнения движения манипулятора со сферической системой координат Расчетная схема трехкоординатного манипулятора, работающего в сферической системе координат. Уравнения динамики трехкоординатного манипулятора со сферической системой координат. Векторная форма записи уравнений динамики. <u>Самостоятельное изучение.</u> Уравнения движения манипулятора с угловой системой координат	2	2
1	2	3	4

5. Динамическое управление манипуляторами		10	–
14	Структура системы динамического управления Постановка задачи динамического управления. Методы управления, основанные на решении обратной задачи динамики. Схема системы управления, построенная в соответствии с методом "обратной задачи". <u>Самостоятельное изучение.</u> Схема системы управления, построенная в соответствии с упрощенной динамической моделью манипулятора.	2	–
15	Алгоритмы управления по ускорению Уравнения динамики манипулятора с исполнительными приводами постоянного тока в алгебраической и матричной формах записи. Принцип управления по ускорению. Структурная схема системы, управляемой по ускорению.	2	–
16	Позиционное управление манипуляторами Постановка задачи позиционного управления. Позиционное управление манипулятором с декартовой, цилиндрической и сферической системами координат, структурные схемы систем управления.	2	–
17	Определение параметров контуров ускорения Уравнения движения манипулятора с цилиндрической системой координат и учетом динамики исполнительных приводов. Определение постоянных времени и коэффициентов усиления контуров ускорения.	2	–
18	Контурное управления манипулятором Постановка задачи контурного управления с использованием принципа управления по ускорению. Структурная схема системы контурного управления, управляемой по ускорению. Определение параметров контуров ускорения.	2	–
7 семестр		36	4
6. Планирование движений промышленного робота в рабочем пространстве		6	–
1	Подход к планированию движений робота Общие вопросы планирования движений робота. Ограничения на траекторию мобильного робота. Теоретический подход к построению программных движений мобильного робота. Базисные функции.	2	–
2	Конечно-сходящиеся алгоритмы Условные и безусловные неравенства. Рекуррентные конечно-сходящиеся алгоритмы решения неравенств. Конечно-сходящийся алгоритм "Полоска". Геометрический смысл алгоритма "Полоска".	2	–
3	Планирование движений мобильного робота с учетом препятствий. Построение программных движений самоходной тележки робота. Построение программных движений манипулятора. Алгоритм планирования движений мобильного робота с учетом препятствий.	2	–

1	2	3	4
7. Алгоритмы адаптивного управления манипуляторами		8	–
4	Самонастраивающиеся системы управления Программное и адаптивное управление. Основные структуры самонастраивающихся систем. Адаптивный подход к управлению роботом. Допущения при построении адаптивной системы. Постановка задачи адаптивного управления.	2	–
5	Адаптивное управление манипулятором с эталонной моделью Математическое описание объекта управления, эталонной модели и адаптивного регулятора. Параметрическая и сигнальная настройка адаптивной системы. Структура системы адаптивного управления с эталонной моделью. <u>Самостоятельное изучение.</u> Адаптивное управление с настраиваемой моделью.	2	–
6	Применение принципов самонастройки при управлении роботом с угловой системой координат Математическое описание манипулятора с угловой системой координат и исполнительного привода. Структурная схема самонастраивающейся системы управления исполнительной системой робота.	2	–
7	Математическое описание адаптивного регулятора для стабилизации движения робота Локальное и развязывающее адаптивные управляющие воздействия. Самонастраивающиеся коэффициенты. Алгоритмы самонастройки параметров. <u>Самостоятельное изучение.</u> Алгоритм программы решения уравнений адаптивной системы.	2	–
8. Микропроцессорная реализация алгоритмов управления роботами		10	4
8	Варианты построения исполнительного уровня системы управления Способы аппаратной реализации алгоритмов управления промышленными роботами. Функциональная схема цифро-аналоговой системы управления манипулятором. Структура системы управления при непосредственном цифровом управлении.	2	2
9	Построение тактического уровня системы управления Структурная схема тактического уровня. Вычислительная сложность алгоритма управления. Выбор управляющей вычислительной машины (УВМ) исходя из заданного времени отработки алгоритма и требуемого объема памяти УВМ.	2	–
10	Аппаратная реализация устройств сопряжения УВМ с исполнительными приводами робота Функциональная схема устройства сопряжения УВМ с исполнительными приводами робота ТУР-10. Структура преобразователя кода задания управляющего напряжения в широтно-импульсный сигнал.	2	–

1	2	3	4
11	Устройства ввода информации с аналоговых датчиков Функциональная схема преобразователя сигнала с фазовращателя в двоичный код. Устройство для ввода сигнала с потенциометрического датчика положения в УВМ.	2	–
12	Устройства ввода информации с цифровых датчиков Функциональная схема преобразователя сигналов с импульсного датчика в двоичный код. Устройство для ввода информации с кодового датчика в УВМ.	2	2
9. Способы динамического управления в задачах сборки и механообработки		6	–
13	Силовая обратная связь в сочленениях манипулятора Силовое управление манипулятором. Варианты расположения силомоментных датчиков. Реализация принципа динамического управления манипулятором с помощью силовой обратной связи в сочленениях манипулятора.	2	–
14	Силовая обратная связь на схвате манипулятора Определение требуемых моментов исполнительных двигателей по вектору усилий, развиваемых рабочим органом. Расчет вектора управляющих сигналов. Структура системы силового управления манипулятором.	2	–
15	Управление манипулятором в базовой системе координат Постановка задачи синтеза управления в декартовых координатах. Определение эталонного ускорения, вращающего момента и управляющего напряжения. Структура системы управления манипулятором в базовой системе координат.	2	–
10. Логическое управление сложной робототехнической системой		6	–
16	Понятие сложной системы Состав адаптивной робототехнической системы. Определение сложной системы. Примеры систем, являющихся и не являющихся <i>T</i> -сложными. <i>T</i> -сложная роботизированная сборочная линия.	2	–
17	Система управления многокомпонентной РТС. Модели манипуляторов с цикловой, позиционно-контурной системами управления и системы очувствления. Логический уровень системы управления РТС.	2	–
18	Методы формирования программ управления роботами и РТС Программирование робототехнической системы методом обучения. Автономное программирование без использования РТС. Тестирование	2	–
Итого часов		72	12

4.2 Практические занятия

Практические занятия по дисциплине “Управление роботами и робототехническими системами” учебным планом не предусмотрены.

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
6 семестр		18	0	
Прямые и обратные задачи о положении и скорости, управление по вектору скорости		4	–	
1-4	Алгоритм формирования задающих сигналов при управлении трехкоординатным манипулятором.	4	–	Защита лабораторной работы
Планирование движений робота в пространстве обобщенных координат		8	–	
5-8	Алгоритм интерполяции задающих сигналов при контурном управлении.	4	–	Защита лабораторной работы
9-12	Исследование контурной системы управления манипулятором ТУР-10.	4	–	Защита лабораторной работы
Динамическое управление манипуляторами		6	–	
13-16	Исследование позиционной системы управления манипулятором.	4	–	Защита лабораторной работы
17-18	Итоговое занятие	2	–	Зачет
7 семестр		18	18	
Планирование движения промышленного робота в рабочем пространстве		8	8	
1-4	Исследование контурной системы управления манипулятором.	4	4	Защита лабораторной работы
5-8	Планирование движений мобильного робота.	4	4	Защита лабораторной работы
Алгоритмы адаптивного управления манипуляторами		4	4	
9-12	Исследование самонастраивающейся системы управления робота.	4	4	Защита лабораторной работы
Логическое управление сложной робототехнической системой		6	6	
15-18	Исследование робототехнического комплекса механообработки.	6	6	Защита лабораторной работы
Итого часов		36	18	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
6 семестр		Зачет	54
1	Подготовка к выполнению лаб. работы 1	допуск к выполнению	1,5
2	Работа с конспектом лекции, с учебником	проверка конспекта	3,0
3	Подготовка к защите лаб. работы 1	отчет, защита	1,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,0
4	Работа с конспектом лекции, с учебником	проверка конспекта	3,0
5	Подготовка к выполнению лаб. работы 2	допуск к выполнению	1,5
6	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,0
7	Подготовка к защите лаб. работы 2	отчет, защита	1,5
8	Подготовка к коллоквиуму	Коллоквиум	5,0
9	Подготовка к выполнению лаб. работы 3	допуск к выполнению	1,5
10	Работа с конспектом лекции, с учебником	проверка конспекта	3,0
11	Подготовка к защите лаб. работы 3	отчет, защита	1,5
12	Работа с конспектом лекции, с учебником	проверка конспекта	3,0
13	Подготовка к выполнению лаб. работы 4	допуск к выполнению	1,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,0
14	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,0
15	Подготовка к защите лаб. работы 4	отчет, защита	1,5
16	Работа с конспектом лекции, с учебником	проверка конспекта	3,0
17	Работа с конспектом лекции, с учебником	проверка конспекта	3,0
18	Подготовка к зачету	Зачет	7,0
7 семестр		Экзамен, курсовой проект	54
1	Подготовка к выполнению лаб. работы 5	допуск к выполнению	1,5
2	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	3,0
3	Подготовка к защите лаб. работы 5	отчет, защита	1,5
4	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	3,0
5	Подготовка к выполнению лаб. работы 6	допуск к выполнению	1,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,0
6	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	3,0
7	Подготовка к защите лаб. работы 6	отчет, защита	1,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,0
8	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	3,0
9	Подготовка к выполнению лаб. работы 7	допуск к выполнению	1,5
10	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	3,0

1	2	3	4
11	Подготовка к защите лаб. работы 7	отчет, защита	1,5
12	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	3,0
13	Подготовка к выполнению лаб. работы 8	допуск к выполнению	1,5
14	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	3,0
15	Подготовка к защите лаб. работы 8	отчет, защита	1,5
16	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	3,0
17	Подготовка к защите курсового проекта	защита курсового проекта	5,0
18	Подготовка к тестированию	Тестирование	7,0

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: Информационные, проблемные (ИФ);
5.2	лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ в малых группах (ИФ), – защита выполненных работ;
5.3	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка лабораторным работам, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – выполнение курсового проекта, – подготовка к коллоквиуму, – подготовка к тестированию, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету и экзамену;
5.4	консультации по всем вопросам учебной программы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – коллоквиум; – отчет и защита выполненных лабораторных работ.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает вопросы к коллоквиуму, вопросы к зачету и экзамену. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ – не предусмотрены
6.3	Другие виды контроля
6.3.1	Тестовые задания по тематике, касающейся основных разделов курса.

	Варианты тестовых заданий представлены учебно-методическом комплексе дисциплины.
--	--

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы из- дания. Вид издания	Обеспе- чен- ность
1	2	3	4	5
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Медведев В.А., Шиянов А.И.	Управление роботами и РТС: учебное пособие	2010 печат.	0,77
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Медведев В.А., Шиянов А.И.	Управление роботами: учебное пособие Рекомендовано УМО по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов	2003 печат.	0,4
7.1.2.2	Медведев В.А., Шиянов А.И.	Управление роботами и РТС: учебное пособие	2002 электрон. ресурс	1
7.1.2.3	Медведев В.А., Шиянов А.И.	Управление роботами: учебное пособие	1998 печат.	0,3
7.1.3. Методические разработки				
7.1.3.1	Медведев В.А.	Алгоритмы тактического уровня управления робота: методические указания к лабораторным работам № 1-3 по дисциплине “Управление роботами и робототехническими системами” для студентов направления 221000 “Мехатроника и робототехника”, профиль “Промышленная и специальная робототехника”, очной формы обучения	2012 печат.	0,67
7.1.3.2	Медведев В.А.	Алгоритмы исполнительного уровня управления робота: методические указания к лабораторным работам № 4, 5 по дисциплине “Управление роботами и робототехническими системами” для студентов направления 221000 “Мехатроника и робототехника”, профиль “Промышленная и специальная робототехника”, очной формы обучения	2012 печат.	0,67
7.1.3.3	Медведев В.А.	Алгоритмы адаптивного уровня управления робота: методические указания к лабораторным работам № 6-8 по дисциплине “Управление роботами и робототехническими системами” для студентов направления 15.03.06 “Мехатроника и робототехника” (профиль “Промышленная и специальная робототехника”) очной формы обучения	2015 печат.	0,5
7.1.3.4	Медведев В.А.	Разработка двухуровневой системы управления робота: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Управление роботами и робототехническими системами" для студентов направления 15.03.06 “Мехатроника и	2015 печат.	0,5

		робототехника” (профиль “Промышленная и специальная робототехника”) очной формы обучения		
1	2	3	4	5
7.1.3.5	Медведев В.А.	Алгоритмы адаптивного уровня управления робота: методические указания к лабораторным работам № 6-8 по дисциплине “Управление роботами и РТС” для студентов специальности 220402 “Роботы и робототехнические системы” очной и очно-заочной форм обучения	2009 печат.	0,5
7.1.3.6	Медведев В.А.	Разработка двухуровневой системы управления робота: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Управление роботами и РТС" для студентов специальности 220402 “Роботы и робототехнические системы” очной и очно-заочной форм обучения	2009 печат.	0,3
7.1.3.7	Медведев В.А.	Алгоритмы тактического уровня управления робота: Методические указания к лабораторным работам № 1-3 по дисциплине "Управление роботами и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной и очно-заочной форм обучения	2008 печат.	0,4
7.1.3.8	Медведев В.А.	Алгоритмы исполнительного уровня управления робота: Методические указания к лабораторным работам № 4, 5 по дисциплине "Управление роботами и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной и очно-заочной форм обучения	2007 печат.	0,5
7.1.4. Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	<u>http://www.vorstu.ru/structura/library/</u>			
7.1.4.2	Расчетные компьютерные программы: 1. ITERATION – решение обратной задачи кинематики методом последовательных приближений. 2. INTERPOL – интерполяция задающих сигналов методом кубических сплайнов. 3. CONTUR – контурное управление манипулятором. 4. CYLINDER – исследование системы управления манипулятором, работающим в цилиндрических координатах. 5. SPHERE – исследование системы управления манипулятором, работающим в сферических координатах. 6. TELEG – планирование движений тележки мобильного робота. 7. MANIPUL – планирование движений манипулятора. 8. CONTROL – исследование самонастраивающейся системы управления манипулятором с угловой системой координат.			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная проекционной аппаратурой
8.2	Специализированная учебная лаборатория робототехнических систем
8.3	Дисплейный класс, оснащенный расчетными компьютерными программами для проведения лабораторного практикума

Приложение 1

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы, состави- тели	Заглавие	Год изда- ния. Вид издания	Обеспе- чен- ность
1	2	3	4	5
1. Основная литература				
Л1.1	Медведев В.А., Шиянов А.И.	Управление роботами и РТС: учебное пособие	2010 печат.	0,77
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Медведев В.А., Шиянов А.И.	Управление роботами: учебное пособие Рекомендовано УМО по университетскому поли- техническому образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов	2003 печат.	0,4
Л2.2	Медведев В.А., Шиянов А.И.	Управление роботами и РТС: учебное пособие	2002 электрон. ресурс	1
Л2.3	Медведев В.А., Шиянов А.И.	Управление роботами: учебное пособие	1998 печат.	0,3
3. Методические разработки				
Л3.1	Медведев В.А.	Алгоритмы тактического уровня управления ро- бота: методические указания к лабораторным ра- ботам № 1-3 по дисциплине “Управление робо- тами и робототехническими системами” для сту- дентов направления 221000 “Мехатроника и робо- тотехника”, профиль “Промышленная и специаль- ная робототехника”, очной формы обучения	2012 печат.	0,67
Л3.2	Медведев В.А.	Алгоритмы исполнительного уровня управления робота: методические указания к лабораторным работам № 4, 5 по дисциплине “Управление робо- тами и робототехническими системами” для сту- дентов направления 221000 “Мехатроника и робо- тотехника”, профиль “Промышленная и специ- альная робототехника”, очной формы обучения	2012 печат.	0,67
Л3.3	Медведев В.А.	Алгоритмы адаптивного уровня управления ро- бота: методические указания к лабораторным ра- ботам № 6-8 по дисциплине “Управление робо- тами и робототехническими системами” для сту- дентов направления 15.03.06 “Мехатроника и ро- бототехника” (профиль “Промышленная и специ- альная робототехника”) очной формы обучения	2015 печат.	0,5
Л3.4	Медведев В.А.	Разработка двухуровневой системы управления робота: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Управление роботами и робототехническими системами" для студентов направления 15.03.06 “Мехатроника и	2015 печат.	0,5

		робототехника” (профиль “Промышленная и специальная робототехника”) очной формы обучения		
1	2	3	4	5
ЛЗ.5	Медведев В.А.	Алгоритмы адаптивного уровня управления робота: методические указания к лабораторным работам № 6-8 по дисциплине “Управление роботами и РТС” для студентов специальности 220402 “Роботы и робототехнические системы” очной и очно-заочной форм обучения	2009 печат.	0,5
ЛЗ.6	Медведев В.А.	Разработка двухуровневой системы управления робота: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Управление роботами и РТС" для студентов специальности 220402 “Роботы и робототехнические системы” очной и очно-заочной форм обучения	2009 печат.	0,3
ЛЗ.7	Медведев В.А.	Алгоритмы тактического уровня управления робота: Методические указания к лабораторным работам № 1-3 по дисциплине "Управление роботами и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной и очно-заочной форм обучения	2008 печат.	0,4
ЛЗ.8	Медведев В.А.	Алгоритмы исполнительного уровня управления робота: Методические указания к лабораторным работам № 4, 5 по дисциплине "Управление роботами и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной и очно-заочной форм обучения	2007 печат.	0,5

Заведующий кафедрой ЭАУТС _____ Бурковский В.Л.

Директор НБ ВГТУ _____ Буковшина Т.И.

Приложение 2

Фонд оценочных средств

Вопросы к зачету

1. Классификация систем управления роботов по способу позиционирования, элементной базе, принципам формирования закона управления.
2. Состав системы управления робота.
3. Уровни управления робота и задачи, решаемые ими.
4. Кинематические уравнения общего вида.
5. Решение прямой и обратной задач кинематики для манипулятора, работающего в цилиндрической системе координат.
6. Решение прямой и обратной задач кинематики для манипулятора, работающего в сферической системе координат.
7. Решение прямой и обратной задач кинематики для манипулятора, работающего в угловой системе координат.
8. Определение сплайн-функции, вид задающих сигналов нулевого и первого порядков и их первых двух производных.
9. Проверка соответствия выражения для кубического сплайна условиям непрерывности и приближения.
10. Вывод уравнений для определения параметров кубического сплайна.
11. Применение метода прогонки для определения параметров кубического сплайна.
12. Полиномиальная интерполяция задающих сигналов при движении от точки к точке.
13. Расчет 4-3-4 траектории.
14. Расчет 3-5-3 траектории.
15. Структурная схема системы, управляемой по положению.
16. Управление по вектору скорости.
17. Общие уравнения динамики механической части робота.
18. Вывод уравнений движения манипулятора с декартовой системой координат.
19. Вывод уравнений движения манипулятора с учетом динамики исполнительных двигателей.
20. Вывод уравнений движения манипулятора с цилиндрической системой координат.
21. Вывод уравнений движения манипулятора со сферической системой координат.
22. Постановка задачи для исполнительного уровня управления.
23. Методы управления, основанные на решении обратной задачи динамики.
24. Структурная схема системы управления, построенная в соответствии с методом "обратной задачи".
25. Алгоритмы управления по ускорению.
26. Позиционное управление манипулятором с декартовой системой координат.
27. Позиционное управление манипулятором с цилиндрической системой координат.
28. Позиционное управление манипулятором со сферической системой координат.
29. Определение постоянных времени контуров ускорения.
30. Определение коэффициентов усиления контуров ускорения.

31. Особенности контурного управления манипулятором.

Вопросы к экзамену

1. Общие вопросы планирования движений.
2. Теоретический подход к построению программных движений робота.
3. Рекуррентные конечно-сходящиеся алгоритмы решения неравенств.
4. Конечно-сходящийся алгоритм “Полоска”.
5. Построение программных движений самоходной тележки робота.
6. Построение программных движений манипулятора.
7. Адаптивный подход к управлению роботами.
8. Постановка задачи адаптивного управления.
9. Адаптивное управление с эталонной моделью.
10. Применение принципов самонастройки при управлении роботом с угловой системой координат.
11. Математическое описание адаптивного регулятора для стабилизации движения робота.
12. Варианты построения исполнительного уровня системы управления.
13. Построение тактического уровня системы управления.
14. Выбор управляющей ЦВМ.
15. Функциональная схема устройства сопряжения УВМ с исполнительными приводами робота ТУР-10.
16. Структура преобразователя кода задания управляющего напряжения в широтно-импульсный сигнал.
17. Функциональная схема преобразователя сигнала с фазовращателя в двоичный код.
18. Устройство для ввода сигнала с потенциометрического датчика положения в УВМ.
19. Функциональная схема преобразователя сигналов с импульсного датчика в двоичный код.
20. Устройство для ввода информации с кодового датчика в УВМ.
21. Силовая обратная связь в сочленениях манипулятора.
22. Определение требуемых моментов исполнительных двигателей по вектору усилий, развиваемых рабочим органом.
23. Расчет вектора управляющих сигналов.
24. Управление манипулятором в базовой системе координат.
25. Понятие сложной системы.
26. Примеры систем, являющихся и не являющихся T -сложными. T -сложная роботизированная сборочная линия.
27. Модель манипулятора с цикловой системой управления.
28. Модель манипулятора с позиционно-контурной системой управления и системы очувствления.
29. Логический уровень системы управления РТС.
30. Программирование робототехнической системы методом обучения.
31. Автономное программирование без использования РТС.

Вопросы к коллоквиуму

1. Кинематические уравнения общего вида. Матрица Якоби.
2. Решение прямой и обратной задач кинематики о положении и скорости для манипулятора, работающего в цилиндрической системе координат.
3. Решение прямой и обратной задач кинематики для манипулятора со сферической системой координат.
4. Решение прямой задачи кинематики для манипулятора, работающего в угловой системе координат.
5. Алгоритм решения обратной задачи кинематики для манипулятора с угловой системой координат.
6. Кинематический алгоритм нулевого порядка. Структурная схема системы, управляемой по вектору положения.
7. Кинематический алгоритм первого порядка. Структурная схема системы, управляемой по вектору скорости.
8. Определение сплайн - функции. Вид задающих сигналов нулевого и первого порядков. Сплайн-функции второго и третьего порядка.
9. Условия непрерывности и приближения при интерполяции траектории с помощью кубических сплайнов.
10. Выражения для определения скоростей изменения обобщенной координаты на соседних временных интервалах. Условие непрерывности скоростей. Граничные условия.
11. Система линейных алгебраических уравнений для определения параметров кубического сплайна.
12. Алгоритм расчета параметров кубического сплайна методом прогонки.
13. Закон изменения обобщенной координаты манипулятора с участками ухода, подхода и промежуточным участком.
14. Система ограничений на траекторию движения обобщенной координаты.
15. Описание перемещений, скоростей и ускорений обобщенных координат манипулятора на участках траектории с помощью полиномов различного порядка в нормированном времени.
16. Уравнения для определения параметров полиномов 4-3-4-траектории.

Тематика курсового проекта

Цель курсового проекта – получение практических навыков в применении математического аппарата описания многокоординатных систем управления промышленными роботами с учетом взаимного влияния степеней подвижности. Объектом проектирования является двухуровневая микропроцессорная система управления трехкоординатным манипулятором, работающим в цилиндрической, сферической или декартовой системе координат.

Курсовой проект содержит разделы:

- анализ данных ТЗ, краткое описание техпроцесса;
 - определение численных значений декартовых координат и их производных в опорных точках;
 - расчет параметров структурной схемы системы контурного или позиционного управления из условия реализации назначенных динамических характеристик;
 - разработка блок-схем алгоритмов решения обратной задачи кинематики, интерполяции (при контурном и позиционно-контурном управлении) и расчета управляющего напряжения;
 - выбор управляющей ЭВМ исполнительного уровня на основе расчета требуемых времени реализации алгоритмов управления и объема памяти;
 - определение разрядности представления информации при управлении на исполнительном уровне;
 - разработка функциональных схем устройств исполнительного уровня управления.
- Объем проекта - 25 - 30 стр.

Проект выполняется по индивидуальному варианту задания. Число вариантов задания - 47.

Варианты тестовых заданий

Задание 1

Отметьте правильный ответ.

Условие непрерывности сплайн-функции имеет вид:

1. $P_{j,s\lambda}^{(k)}(t_s) = P_{j,s+1,\lambda}^{(k)}(t_s)$ при $k = 0, \dots, \lambda - 1, s = 0, 1, \dots, m$;
2. $P_{j,s\lambda}^{(k)}(t_s) = P_{j,s,\lambda}^{(k)}(t_{s+1})$ при $k = 0, \dots, \lambda - 1, s = 1, 2, \dots, m-1$;
3. $P_{j,s\lambda}^{(k)}(t_s) = P_{j,s+1,\lambda}^{(k)}(t_s)$ при $k = 0, \dots, \lambda - 1, s = 1, 2, \dots, m-1$.

Задание 2

Отметьте правильный ответ.

Линейный сплайн удовлетворяет:

1. условию непрерывности сплайн-функции, первой и второй производных от нее;
2. условию непрерывности сплайн-функции и первой производной от нее;
3. условию непрерывности сплайн-функции;
4. условию непрерывности сплайн-функции и второй производной от нее.

Задание 3

Отметьте правильный ответ.

Условие приближения кубического сплайна имеет вид:

1. $P_{j,s2}(t_s) = q_{j,s}, s = 0, 1, 2, \dots, m$;
2. $P_{j,s3}(t_s) = q_{j,s+1}, s = 0, 1, 2, \dots, m$;
3. $P_{j,s3}(t_s) = q_{j,s}, s = 1, 2, \dots, m-1$;
4. $P_{j,s3}(t_s) = q_{j,s}, s = 0, 1, 2, \dots, m$.

Задание 4

Отметьте правильный ответ.

Если движение начинается из состояния покоя и заканчивается состоянием покоя, то граничные условия при интерполяции траектории с помощью кубического сплайна имеют вид:

1. $\ddot{P}_{j,13}(t_0) = \ddot{P}_{j,m3}(t_m) = 0$;
2. $\dot{P}_{j,13}(t_3) = \dot{P}_{j,m3}(t_m) = 0$;
3. $\dot{P}_{j,13}(t_0) = \dot{P}_{j,m3}(t_m) = 0$;
4. $\dot{P}_{j,13}(t_m) = \dot{P}_{j,m3}(t_3) = 0$.

Задание 5

$$P_{j,s3}(t) = M_{j,s-1} \frac{(t_s - t)^3}{6h_{js}} + M_{js} \frac{(t - t_{s-1})^3}{6h_{js}} + (q_{j,s-1} - M_{j,s-1} \frac{h_{js}^2}{6}) \frac{t_s - t}{h_{js}} + (q_{js} - M_{js} \frac{h_{js}^2}{6}) \frac{t - t_{s-1}}{h_{js}}$$

Отметьте правильный ответ.

В представленном выражении для кубического сплайна величина h_{js} есть:

1. номер временного интервала;
2. текущее время;
3. значение обобщенной координаты с номером j ;

4. длительность временного интервала между опорными точками.

**Паспорт фонда оценочных средств для текущего контроля
и промежуточной аттестации**

Раздел дисциплины	Код формируемой компетенции	Объект контроля	Форма и методика контроля	Контрольные материалы	Срок исполнения
1	2	3	4	5	6
1. Общие сведения о системах управления роботами и РТС	ПК-1	Знание целей и задач курса, классификации систем управления роботов и РТС. Умение разрабатывать структуру многоуровневой системы управления РТС и определять задачи, решаемые отдельными уровнями.	Тестирование	Тестовые задания 001-005.	1 неделя
2. Прямые и обратные задачи о положении и скорости, управление по вектору скорости.	ОПК-2, ПК-1	Знание кинематических уравнений общего вида и способов управления по вектору положения и по вектору скорости. Умение решать прямую и обратную задачи кинематики о положении и скорости для манипуляторов, работающих в цилиндрической, сферической и угловой системах координат. Владение методикой разработки кинематических моделей манипуляторов и структурных схем систем управления, построенных на кинематических алгоритмах нулевого и первого порядка.	Защита лабораторной работы. Тестирование. Коллоквиум.	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 1 в методических указаниях 7.1.3.1. Тестовые задания 013-025 Вопросы к коллоквиуму 1-7	2-4 недели
3. Планирование движений робота в пространстве обобщенных координат	ОПК-2, ПК-3, ПК-5	Знание определения сплайн-функции, вида задающих сигналов нулевого, первого, второго и третьего порядка, ограничений на траекторию при интерполяции с помощью кубических сплайнов. Умение составлять и решать систему линейных алгебраических уравнений для определения параметров кубического сплайна. Владение методикой расчета параметров полиномов 4-3-4- и	Защита лабораторных работ. Тестирование. Коллоквиум.	Контрольные вопросы к лабораторным работам № 2, 3 в методических указаниях 7.1.3.1. Тестовые задания 026-035, 046-048 Вопросы к коллоквиуму 8-16	5-8 недели

		3-5-3- траектории при позиционном управлении.			
1	2	3	4	5	6
4. Математические модели манипуляторов промышленных роботов.	ОПК-2, ПК-1	Знание допущений при анализе динамики манипулятора и уравнений движения исполнительного механизма в матричном виде. Умение разрабатывать динамические модели трехкоординатных манипуляторов с декартовой, цилиндрической и сферической системами координат в скалярной и векторной формах записи. Владение методикой синтеза уравнений динамики на основе аппарата Лагранжа.	Защита лабораторной работы. Тестирование.	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 4 в методических указаниях 7.1.3.2. Тестовые задания 006-012	9-13 недели
5. Динамическое управление манипуляторами.	ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Знание метода управления, основанного на решении обратной задачи динамики, схемы системы управления, построенной в соответствии с методом "обратной задачи", принципа управления по ускорению. Умение разрабатывать структурные схемы систем управления манипуляторами с декартовой, цилиндрической и сферической системами координат. Владение методикой синтеза позиционных и контурных систем, управляемых по ускорению, и определения параметров контуров ускорения.	Защита лабораторной работы. Тестирование.	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 5 в методических указаниях 7.1.3.2. Тестовые задания 049-081	14-18 недели
6. Планирование движений промышленного робота	ОПК-2, ПК-3	Знание системы ограничений на траекторию движения мобильного робота, теоретического подхода к построению его программных движений на основе базисных функций.	Защита лабораторной работы. Тестирование.	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 6 в методических	1-3 недели

в рабочем пространстве		Умение разрабатывать алгоритм построения программных движений транспортной тележки и манипулятора мобильного робота с учетом препятствий. Владение методикой определения параметров планируемых траекторий с помощью конечно-сходящегося алгоритма “Полоска”.		указаниях 7.1.3.3. Тестовые задания 036-045	
1	2	3	4	5	6
7. Алгоритмы адаптивного управления манипуляторами	ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Знание особенностей программного и адаптивного управления, основные структуры самонастраивающихся систем. Умение применять принципы самонастройки при управлении роботом, разрабатывать структурные схемы систем адаптивного управления. Владение методикой разработки математического описания объекта управления, эталонной модели и адаптивного регулятора, формирующего локальное и развязывающее управляющие воздействия.	Защита лабораторной работы. Тестирование.	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 7 в методических указаниях 7.1.3.3. Тестовые задания 086-100	4-7 недели
8. Микропроцессорная реализация алгоритмов управления роботами	ПК-3, ПК-5	Знание способов аппаратной реализации алгоритмов управления промышленными роботами, структуру системы при непосредственном цифровом управлении. Умение разрабатывать устройства сопряжения управляющей вычислительной машины (УВМ) с исполнительными приводами робота. Владение методикой выбора управляющей вычислительной машины исходя из заданного времени отработки алгоритма и требуемого объема памяти УВМ.	Устный опрос на лекциях	Вопросы 12-20 Фонда оценочных средств.	8-12 недели
9. Способы динамического управления в задачах сборки и	ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Знание способа реализации динамического управления манипулятором с помощью силовой обратной связи в его сочленениях, а также варианты распо-	Тестирование.	Тестовые задания 082-085.	13-15 недели

механообработки		ложения силомоментных датчиков. Умение определять требуемые моменты исполнительных двигателей по вектору усилий, развиваемых рабочим органом, и рассчитывать затем вектор управляющих сигналов. Владение методикой разработки структурной схемы системы силового управления манипулятором.			
1	2	3	4	5	6
10. Логическое управление сложной робототехнической системой	ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-5	Знание состава адаптивной робототехнической системы, понятия сложной системы. Умение разрабатывать модели манипуляторов с цикловой, позиционно-контурной системами управления и системы очувствления. Владение методами формирования программ управления роботами и РТС.	Защита лабораторной работы.	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 8 в методических указаниях 7.1.3.3.	16-18 недели
Промежуточная аттестация					
Курсовой проект	ОПК-2, ПК-1, ПК-3	Знание структуры двухуровневой микропроцессорной системы управления трехкоординатным манипулятором, работающим в цилиндрической, сферической или декартовой системе координат. Умение разрабатывать блок-схемы алгоритмов решения обратной задачи кинематики, интерполяции и расчета управляющего напряжения. Владение навыками расчета параметров структурной схемы системы контурного или позиционного управления из условия реализации назначенных динамических характеристик с учетом взаимовлияния степеней подвижности.	Защита курсового проекта	Пояснительная записка к курсовому проекту	1-17 недели
Разделы 1-5	ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-5	Знание алгоритмов кинематического и динамического управления манипуляторами, а	Зачет	Вопросы к зачету	18 неделя

		также планирования их движений в пространстве обобщенных координат. Умение разрабатывать структурные схемы систем позиционного и контурного управления, основанных на принципе управления по ускорению. Владение навыками расчета параметров структурных схем, обеспечивающих настройку систем управления на оптимальные процессы.			
Разделы 6-10	ОПК-2, ПК-1, ПК-3, ПК-5	Знание алгоритмов адаптивного и логического уровней управления манипуляторами, а также планирования их движений в рабочем пространстве. Умение разрабатывать структурные схемы микропроцессорных систем управления манипуляторами и их основных узлов. Владение навыками выбора управляющей вычислительной машины исходя из заданного времени отработки алгоритма, требуемого объема памяти УВМ и разрядности представления данных.	Устный экзамен	Вопросы к экзамену	Сес- сия

Критерии оценки курсового проекта:

отлично – курсовой проект выполнен полностью и правильно;

хорошо – курсовой проект выполнен полностью, но имеются погрешности;

удовлетворительно – курсовой проект выполнен не полностью, но демонстрируется правильный подход к решению;

неудовлетворительно – в остальных случаях.

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель ученого совета
факультета энергетики и
систем управления

Бурковский А.В. _____
(подпись)
_____ 201 г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД
Управление роботами и робототехническими системами
(наименование УМКД)

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах

Протокол № _____ от «__» _____ 201 г.

Зав. кафедрой _____ Бурковский В.Л.

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией факультета
энергетики и систем управления
(наименование факультета, за которым закреплена данная специальность)

Председатель методической комиссии _____ Бурковская Т.А.